

ترکیدن نظریه‌ی مهبانگ

ولفگانگ ریشتر

برگردان: امید برومند

یک نقطه‌ی کوچک به سرعت متورم شد و جهان ما را بوجود آورد. این نظریه‌ی مهبانگ است. اندازه‌گیری‌های جدید ایجاد شک می‌کنند. آیا همه چیز طور دیگری شروع شده است؟



ولفگانگ ریشتر کیهان‌شناسی نظری را با سبکبالی فراوانی تجربه کرد. چون کسی که در مورد ابتدای جهان گمانه زنی می‌کند ضرب‌الاجلی برای حل آن ندارد.

صاعقه‌ای از هیچ برخاسته و به دنبال آن امواج شوک جهان را به یک حباب داغ متورم تبدیل می‌کنند. حباب به آرامی به رشد خود ادامه می‌دهد و در حالی که هرج و مرج در داخل آن نظم پیدا می‌کند، اولین نور می‌درخشد. سپس در پی آن، زمان تاریکی عمیق فرامی‌رسد. گرد و غبار حاصل شده از این زمان، سرانجام در رقصی گسترده از ستارگان و سیارات به چرخش درمی‌آید.

نظریه‌ی مهبانگ، انگاشت جاری در پیدایش جهان است. اما این نظریه می‌تواند به راحتی در ردیف افسانه‌های متنوع مذهبی درمورد آفرینش قرار گیرد. یونانیان باستان معتقد بودند که همه چیز از هرج و مرج برخاسته است. چینی‌ها و ژاپنی‌ها هم ماده‌ی اولیه را می‌شناسند. انجیل هم به نوبه خود به دستور خداوند اشاره می‌کند: «نور می‌آید».

لابد بعضی هشدار می‌دهند که دقیقین این قدرت یک توصیف خوب است که مانع شناخت علم از نظریه‌ی مهبانگ، بمثابة آنچه که هست - یعنی یک اشتباه - می‌شود. در فوریه‌ی امسال، تیمی از کیهان‌شناس مشهور، *پل اشتینهارت* از دانشگاه پرینستون در ایالات متحد آمریکا هشدارنامه‌ای در مجله Scientific American منتشر کرد. در آن نامه، پیروان نظریه‌ی مهبانگ متهم شده‌اند که عرصه‌ی دانش مبتنی بر داده‌ها و اطلاعات را ترک کرده‌اند. این طرح توسط نتایج اندازه‌گیری اخیر ماهواره‌ی «پلانک» نیز چنان در تنگنا قرار گرفته است که تنها می‌تواند با ترها و نظریه‌های مبهم کار کند. در پی آن طوفان خشمی شروع شد و یک سخن آتشین متقابل که توسط *استیون هاوکینگ* و چندین برنده‌ی جایزه‌ی نوبل امضا شد و در همان مجله منتشر شد.

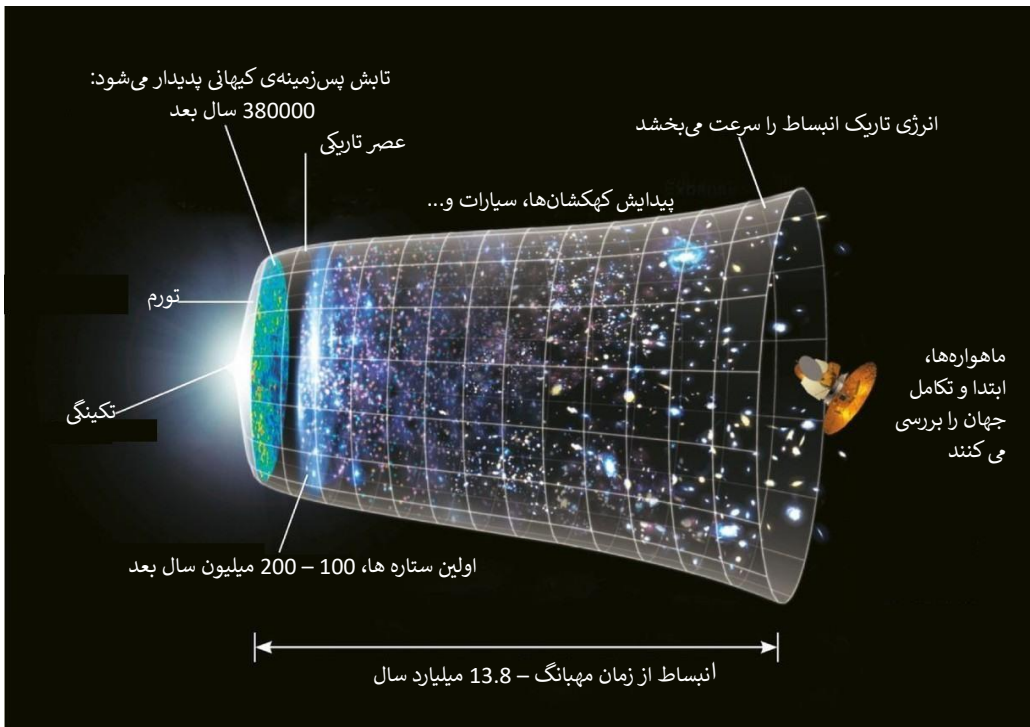
برای درک اینکه موضوع از چه قرار است، خوب است نگاهی دوباره به *آلبرت اینشتین* و فرصت از دست رفته‌ی او برای مشهورتر شدن از آنچه که بود، انداخت. *اینشتین* - که از طریق عرضه و اثبات تجربی نظریه‌ی نسبیت‌اش به بقی تبدیل شده بود - در سال 1917 بر روی مفهوم و اهمیت معادلاتش برای کیهان در کلیت‌اش کار می‌کرد. فرمول‌ها بدون شک و تردیدی نشان دادند که کیهان می‌بایست در حال تغییر باشد؛ یا می‌بایست در هم فروبریزد و یا انبساط یابد. در هر صورت، نمی‌توانست ایستا باشد. *اینشتین* نمی‌خواست این را بپذیرد. علم در آن زمان اعتقاد محض داشت که کیهان ابدی و غیر قابل تغییر است. اما او چگونه توانست این شرایط را در معادلات خود بازتاب دهد؟

واضح بود که نیروی جاذبه‌ای در جهان وجود دارد، یعنی گرانش. این نیرو تضمین می‌کند که ما محکم بر روی زمین بایستیم و سیارات بدور ستارگان بچرخند و کهکشان‌های همسایه به سمت یک‌دیگر رانده شوند. گرانش، خود توسط ماده اعمال می‌شود که طبق فرمول $E = mc^2$ (انرژی = جرم ضرب در سرعت نور به توان 2) چیزی بیش از شکلی از انرژی نیست.

اینشتین با هدف این که جهان ایستا بماند، مجبور شد که نیروی دفع‌کننده، یعنی یک انرژی منفی، در مقابل نیروی گرانش قرار دهد. او دریافت که توصیفی از انرژی وجود دارد که در واقع می‌تواند منفی بشود، یعنی فشار.

بطری آبی را تصور کنید. وقتی به درون آن فوت کنید، فشار مثبت ایجاد می‌شود و وقتی هوای درون آن مکیده شود فشار منفی ایجاد خواهد شد. *اینشتین* به فرمول‌های خود یک *ثابت کیهانی* اضافه کرد که بر کیهان اثر می‌گذارد و همانند مکش از بطری،

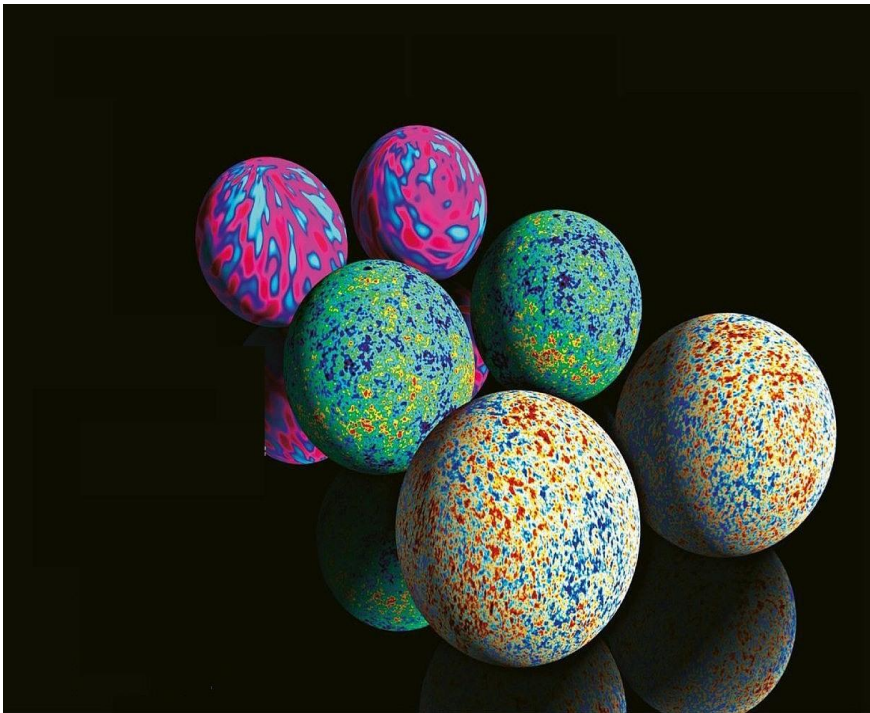
انرژی منفی، کشش مرموزی ایجاد کرده که در نقطه‌ی مقابل گرانش عمل می‌کند. بدین ترتیب جهان دست‌کم تنها از لحاظ محاسباتی ایستا باقی می‌ماند.



نظریه‌ی مهبانگ: در ابتدا نقطه‌ی داغ بسیار کوچکی موجود بود. در هنگام مرحله‌ی تورم، انرژی مرموزی آن را به شدت متورم کرد. نیروی جاذبه (گرانش) و نیروی هسته-ای قوی اکنون پدیدار شده بودند؛ دو نیروی بنیادین باقی‌مانده و تمام بلوک‌های ساختمانی ماده، مستقیم‌تر پس از تورم ایجاد شدند. مدت زمان تخمینی این حوادث بالغ بر یک صد هزارم میلی ثانیه می‌شود.

آلبرت اینشتین دقیقاً دوازده سال از کار خود خرسند بود. سپس **ادوین هابل** متوجه شد که نور بیشتر کهکشان‌ها قرمزتر از آن است که باید باشد. این نشانه‌ای از دور شدن و فرار کهکشان‌ها از ما است، زیرا فضا خود در حال انبساط است و با انبساطش امواج نور ساطع شده از کهکشان‌ها را از هم می‌کشد، در نتیجه آنها دراز و قرمزتر می‌شوند. این **انتقال به سرخ** دقیقاً مطابق با جهانی پویا (دینامیک) بوده که فرمول‌های **اینشتین** آن را در ابتدا پیش‌بینی کرده بودند. در ادامه، نظریه‌ی مهبانگ پدید آمد و توسعه یافت، که از سال 1930 توسط کار کشیش و فیزیکدان بلژیکی **جورج لمانتر** شکل و شمایل مشخص به خود گرفت. اگر **اینشتین** می‌توانست نتایج **هابل** را پیش‌بینی کند، می‌توانست پیروزی دیگری در زندگی شغلی‌اش به‌شمار آید. **لمانتر** که در عمل در سال 1927 چنین پیش‌بینی‌هایی کرد، تنها در محافل تخصصی ارج شمرده و تقدیر شد.

این موضوعات همگی چه ربطی با مناقشه در مورد مهبانگ دارند؟ در مدل‌های امروزی مهبانگ، **ثابت کیهانی** به طور ناگهانی اما به مثابه **متغیری تغییر یابنده** دوباره ظاهر می‌شود. با **ثابت کیهانی** برخی از مشکلات نظریه‌ی آغازین مهبانگ برطرف شدند. یکی از این مشکلات، ناشی از اندازه‌گیری اولین نوری است که توانست «سوپ بنیادین» (1) را ترک کند. در ابتدای پیدایش کیهان ذرات نور در هرج و مرجی داغ و متراکم از نیروها و ذرات زیراتمی، دائم با ذرات ماده برخورد می‌کردند. بدین جهت **سوپ بنیادین** تیره و کدر بود. بعد از 380000 سال این هرج و مرج پایان یافت. اتم‌ها بوجود آمدند. اولین نوری که آزادانه به اطراف حرکت کرد، امروز کل کیهان را به عنوان **تابش پس‌زمینه‌ی کیهانی** پُر کرده است. طول موج این نور نشانه‌ای از دمای جهان در مراحل ابتدایی‌اش بوده است. ارزیابی داده‌ها و اطلاعات ماهواره‌ای به طرز شگفت‌انگیزی نشان می‌دهند که دمای **سوپ بنیادین** کیهانی باید بسیار یکنواخت بوده باشد. این عجیب است، زیرا مناطق بسیار دورافتاده در مدت زمان موجودیت‌شان، که تحت شرایط کیهانی مدت زمان کوتاهی است، اصلاً زمان کافی برای آن نداشتند که دماهای خود را با یکدیگر همگون کنند.



دقت فزاینده در اندازه‌گیری‌های ماهواره‌ای از تابش پس‌زمینه‌ی کیهانی: "COBE" (سمت چپ، 1989-1993)، "WMAP" (وسط، 2001-2010) و "Plank" (2009-2013). لکه‌های گرم‌تر قرمزند، لکه‌های سردتر آبی‌اند. کره‌های منعکس شده، نشان دهنده‌ی نگاهی به تمامی جهات آسمان از کره‌ی زمین هستند.

اگر در معادلات باثباتی که دیگر ثابت نبوده قدری آزمایش کنیم، می‌توان آن را طوری تنظیم کرد که در ابتدا انبساط جهان به اندازه‌ی کافی به آهستگی صورت بگیرد تا تمام مناطق در سوپ بنیادین به دمای مشترکی رسیده و تنظیم شوند. سپس شیر انرژی منفی را کاملن چرخانده و باز می‌کنیم تا فضا در مدت زمان کوتاهی در ابعادی غول‌پیکر انبساط یابد. این مرحله تورم نامیده می‌شود و سرسام‌آور است: در یک میلیاردم میلیاردم یک پلک زدن، یک عنصر فضایی به بزرگی مولکول دی‌ان‌ای (DNA) انبساطی به بزرگی کهکشان ما می‌یابد. حتی پس از پایان این دوره‌ی کوتاه تورم، جهان به انبساط خود ادامه می‌دهد، اما بسیار آرام‌تر.

انتقاد پل استاین‌هارت و همکارانش دقیقن در این مرحله از تورم آغاز می‌شود. در واقع، این کشش ناگهانی خشن در فضا می‌بایست امواجی ایجاد کرده باشد؛ امواج گرانشی. این امواج هنگامی بوجود می‌آیند که پیوستگی فضا-زمان دستخوش تغییرات سختی شود.

تکینگی: منشاء انفجار بزرگ. نقطه‌ی بی‌نهایت کوچک با انرژی بی‌نهایت بالا. فضا و زمان در آن وجود ندارند و فرمول نسبیت بی‌اثر و ناکام است.

سوپ بنیادین: جهان متراکم و داغ در 380000 سال بعد پیدایش‌اش. تنها پس از آن اتم‌ها به وجود آمدند و ذرات نور توانستند آزادانه به هر جهتی پخش شوند.

امواج گرانشی: همانطور که امواج صوتی هوا را منبسط و فشرده می‌کنند، امواج گرانشی نیز فضا-زمان را منبسط و فشرده می‌کنند و معمولن با شتاب جرم‌های بسیار بزرگ، مانند سیاه‌چاله‌ها وجود می‌آیند.



ثابت کیهانی توسط اینشتین ابداع شد و هدفش آن بود که جهان در فرمول‌هایش نه منقبض شده و نه انبساط یابد. این ثابت برضد نیروی گرانش عمل می‌کند.

تابش پس‌زمینه‌ی کیهانی - تشکیل شده از اولین نوری است که سوپ بنیادین را ترک کرده و اطلاعات و شواهدی در مورد دمای جهان جوان ارائه می‌دهد. این تابش امروزه در محدوده‌ی مایکروویو است.

تورم - مرحله‌ی بصورت غیر قابل تصور سریع و شدید انبساط جهان در زمان کوتاهی پس از مهبانگ است. نیروی محرک آن نوعی انرژی منفی بود.

انتقال به سرخ: فضا همراه با امواج نور درون خود انبساط می‌یابد. بدینوسیله امواج نور، رنگ خود را تغییر می‌دهند. هرچه امواج کوتاه‌تر آب‌رنگ، زمان طولانی‌تری در راه باشند به قرمز متمایل می‌شوند.

امواج تولید شده در زمان تورم کیهانی، می‌بایست بر تابش پس‌زمینه‌ی کیهانی که بعداً بوجود آمد اثر خود را بجا گذاشته باشند - زیرا که نور تحت تاثیر نیروی گرانش قرار می‌گیرد. محققان بر این باورند که امواج گرانشی، جهت ارتعاش اولین موج‌های نور را به یک موقعیت خاصی باید چرخانده باشند. این امر باید هنگام اندازه‌گیری تابش پس‌زمینه‌ی کیهانی جلب نظر کرده باشد. اما حتی ماهواره «پلانک» از آژانس فضایی اروپا ESA، که تابش پس‌زمینه‌ی کیهانی را از 2009 تا 2013 بطور بسیار دقیق زیر ذره‌بین گرفت، نتوانست آن را تشخیص دهد.



پل استاینهارت از پایه‌گذاران نظریه‌ی تورم و یکی از مخالفان آن

تیم **پل استاینهارت** انتقاد دیگری هم دارد. تفاوت‌های دمایی که «پلانک» از **سوپ بنیادین** پیدا کرده، واقعاً فوق‌العاده کوچک‌اند.

این تفاوت دماها در منطقه‌های مختلف کیهان بطور متوسط حدود 0.01 درصد هستند. بسیاری از روایت‌های نظریه‌ی تورم که دقیقاً به منظور توضیح این تفاوت‌های کوچک دما وضع شده‌اند، در ارتباط با این مقیاس‌ها دچار ناکامی می‌شوند. به اعتقاد منتقدان، تنها آن دسته از سناریوها باقی می‌مانند که حاوی یک فاز تورمی «خارق-العاده پیچیده» ای هستند. تنها تصادف‌های شگفت‌انگیزی می‌توانستند موجب آن شده باشند که برای آغاز تورم، دقیقاً شرایط اولیه مناسبی موجود باشند. **استاینهارت** و همکارانش گلابه می‌کنند که مدل‌ها را می‌شود طوری دستکاری کرد که آنها هر نتیجه‌ی دلخواه در اندازه‌گیری را پیش‌بینی کنند. این نکته در نهایت منجر به نظریه‌های غیر علمی می‌شود که دیگر قابل اثبات نیستند. **ژان لوک لمرز** از انستیتوی **مکس پلانک** در رشته‌ی فیزیک گرانشی در **پتسدام** که در مشاخره‌ی مجله‌ی «Scientific American» شرکت نداشت، می‌گوید: «حداقل این امر مسلم است که بسیاری از پرسش‌های بی‌پاسخ در مورد مدل تورم وجود دارند». نقطه‌ی آغازین این مدل برای او هم به معنای واقعی کلمه یک معجزه است: «نظریه‌ی نسبیت در اینجا درهم می‌شکند؛ زیرا طبق معادلات آن، کیهان می‌بایست از یک نقطه‌ی بی‌نهایت کوچک، که همان زمان دارای انرژی بی‌نهایت بالا بوده، ناشی شده باشد». پیروان نظریه‌ی مهبانگ، این نقطه **راتکینگی** نام نهادند و در نهایت به عنوان پدیده‌ای خداداده پذیرفته‌اند. **لمرز** به جای آن خواهان تأمل بر روی دیگر مدل‌های توسعه‌ی کیهانی است.

ما در اینجا نمی‌توانیم در اختلاف بین محققان تصمیم بگیریم، اما آن را فرصتی برای ارائه پنج دیدگاه می‌بینیم، که به عنوان گزینه‌ای برای مهبانگ مطرح‌اند. مهم دانستن آن است که همه‌ی آنها در رقابت با یکدیگر نیستند. برخی از آنها مستقیم مبتنی بر مدل‌های بسیار اساسی نظیر نظریه‌ی ریسمان‌ها هستند، در حالی که بقیه‌ی آنها بیشتر ناشی از یک کل بزرگ بوده و پویایی توسعه‌ی کیهانی را بررسی می‌کنند. بسیاری از آنها دارای این وجه مشترک‌اند که تولد جهان ما به مرگ حداقل یک جهان پیشین نیازمند است. این نظریه‌ها همه گواه آن‌اند که محققان با چه خلاقیتی در مورد منشاء دنیای ما کار می‌کنند و ما تا به حال چه میزان اندکی در این مورد اطلاعات داریم.

پنج سناریو برای پیدایش جهان

درهم فشرده‌گی اولیه

تابودی و تولد دوباره

نظریه‌ها

البته کسی نمی‌گوید «درهم فشرده‌گی». این واژه ترجمه‌ی منطقی «Big Crunch» است - نامی که کیهان‌شناسان براین مدل نهاده‌اند. اندیشه‌ی در پس آن این است که نیروی گرانش، به طور آهسته انبساط جهان را کاهش می‌دهد. در یک مقطع زمانی، نقطه‌ی عطفی خواهد آمد و نیروی گرانش همه چیز را دوباره درهم فرو می‌ریزد. تکینگی جدیدی بوجود می‌آید، یعنی نقطه‌ای با تراکم بی‌نهایت از انرژی که کل حافظه و خاطره از جهانی که دیگر مرده است را پاک می‌کند. انرژی متمرکز شده در یک نقطه، در مهبانگی جدید بار خود را تخلیه می‌کند و این دور به همین منوال همیشه ادامه دارد.

عیب و نقطه‌ی ضعف این مدل متناوب و چرخشی از جهان این است که هر چه علیه مهبانگ صادق است، برهانی بر ضد این نظریه نیز خواهد بود، زیرا که این نظریه شامل مهبانگ است و فقط امکان یک‌باره‌ی آفرینش از او سلب می‌شود. عیب دیگر آن این است که ما هم اکنون می‌دانیم که جهان حتا با سرعتی رو به افزایش انبساط می‌یابد. علت چیست؟ نیروی است که در معادلات کیهان‌شناسان «فشار منفی» ایجاد کرده و در جهتِ مقابلِ نیروی گرانش عمل می‌کند. در اصل، این دقیقن همان پدیده‌ای است که می‌بایست پس از مهبانگ مسئول تورم باشد. آنچه در جهان «فشار منفی» ایجاد می‌کند، برای محققان به صورت یک راز است. به همین علت محققان آن را با نام «انرژی تاریک» غسل تعمید داده‌اند. در حال حاضر این‌طور به نظر می‌رسد که نیروی گرانش توانایی مقابله با آن را ندارد. این امر در تخالف با فروپاشی و زوال جهان، و سرانجام درهم‌فشرده‌گی اولیه است. نظریه‌ی «جهش بزرگ» نیز با همین مشکل روبرو است.

هر جهان انبساط می‌یابد، دوباره کوچک می‌شود و در پایان در نقطه‌ای بی‌نهایت کوچک و متراکم درهم فرو می‌ریزد. این وضع مهبانگی جدید و تولد جهانی دیگر را بدنبال دارد. این روند به همین منوال همیشه ادامه می‌یابد.

جهش بزرگ

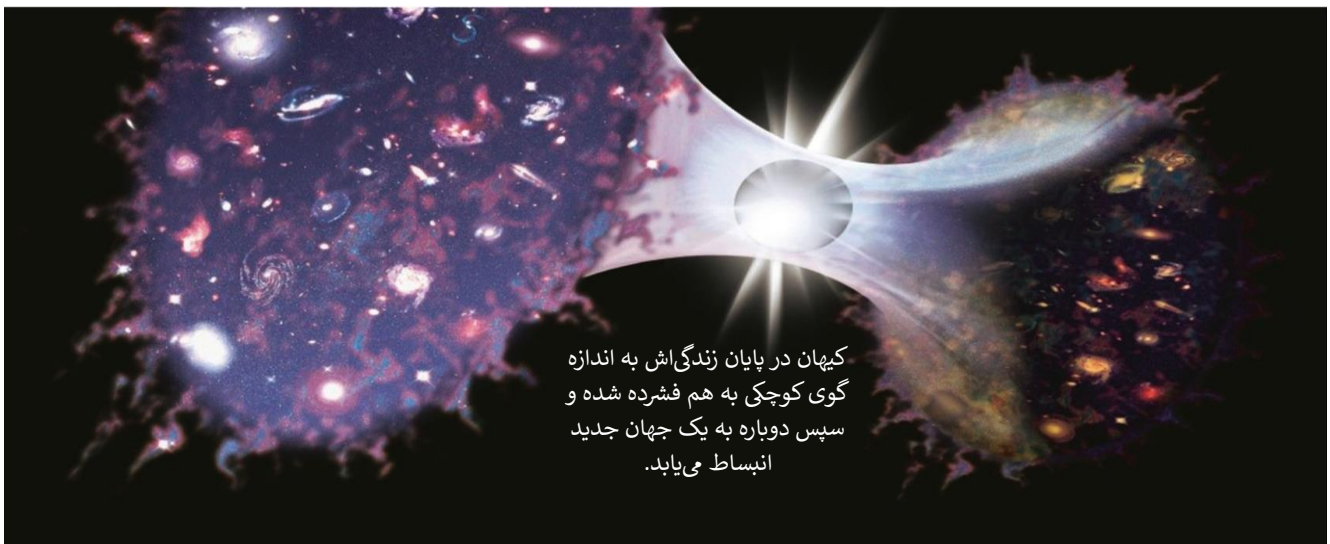
کیهانی از ویرانه‌های کوانتومی جهان پیشین

در اینجا همانند مهرمب، جهان پیشین درهم فرومی‌ریزد، اما نه تا به نقطه‌ی بی‌نهایت کوچکِ تکینگی. بر طبق این مدل اگر کوچکی معینی از جهان حاصل شود، جهان بعد از آن دیگر کوچک‌تر نخواهد شد. کیهان از یک «گویِ حداقلی» سخت، دوباره به عقب جهش کرده و انبساط دوباره‌ای را آغاز می‌کند. به همین علت نام **جهش بزرگ** (Big Bounce) بر آن نهاده شده است. این امر که جهان در این مدل نمی‌تواند بیشتر از حد معینی کوچک‌تر شود، ناشی از نظریه‌ای است که پایه نظریه‌ی **جهش بزرگ** را تشکیل می‌دهد و به اصطلاح **گرانش کوانتومی حلقه** (Loop quantum gravity) نامیده می‌شود. **استفان جیلین** از Perimeter-Institut در رشته‌ی فیزیک نظری در **واترلو** کانادا می‌گوید «زمان و فضا از کوچک‌ترین واحدهای غیر قابل تقسیم درست شده‌اند که بمثابة حلقه ظهور می‌یابند». در حالت ساده شده می‌توان این حلقه‌ها را همچنین بمثابة اتم‌های فضا-زمان تصور کرد. هنگامی که فشرده‌ترین دسته‌بندی اتم‌ها حاصل شود، کیهان بیش از آن دیگر فشرده‌تر نخواهد شد.

جیلین توضیح می‌دهد «**گرانش کوانتومی حلقه** رویکردی است برای ترکیب نظریه کوانتومی و نسبیت». این یکی از بزرگ‌ترین اهداف فیزیک‌دانان است. زیرا که هر چند فیزیک کوانتومی برای نیروهایی که بین ذرات ابتدایی عمل می‌کنند، به خوبی کار می‌کند، اما نمی‌تواند ماهیت گرانشی را که فقط بر روی جرم‌های بسیار بزرگ تاثیر می‌گذارد توضیح دهد - این را نظریه‌ی نسبیت به عهده می‌گیرد. نظریه‌ی نسبیت به نوبه‌ی خود چیزی درباره روندهای جهان کوانتومی نمی‌گوید. اما در جهان جوان، **سوپ بنیادین** تشکیل شده از ذرات کوچک بنیادین در عین حال جرم بزرگی دارد. برای توصیف کامل، فیزیک‌دانان نیاز به یک نظریه‌ی واحد برای همه نیروها دارند. هنوز مشخص نشده است که آیا **گرانش کوانتومی حلقه** واقعاً از عهده‌ی آن برخوردار آمد یا نه.

همانند مهرمب، جهش بزرگ می‌تواند همیشه دوباره تکرار شود. احتمال آن است که هیچ ابتدایی وجود ندارد، بلکه تنها دنباله‌ای بی‌انتهای از جهان‌ها موجود است. **جهش بزرگ** این جذابیت را دارد که می‌توان از خواص جهان پیشین به خواص جهان بعدی رسید و برعکس. زیرا در این **جانکینگی** بعنوان نابود کننده‌ی همه چیز وجود ندارد. از آنجا که **جهش بزرگ** بر پایه فیزیک کوانتومی است، که در آن بعضی اندازه‌ها را هم‌زمان نمی‌توان به دقت مشخص کرد (نگاه شود به چندجهانه)، برای غافلگیر شدن جایی باقی خواهد ماند.

همانند مهرمب این مشکل پابرجاست، که انرژی تاریک با پراکندن و متفرق کردن هر چه بیشتر جهان ما، احتمالاً از فروریزی آن جلوگیری خواهد کرد. با این حال، برخی از محققان گمانه‌زنی می‌کنند که با انبساط هر چه بیشتر جهان، اثر انرژی تاریک بر روی آن، کاهش می‌یابد. این امر امکان‌پذیر است - دانش ما در مورد ماهیت انرژی تاریک در حد صفر است.



کیهان در پایان زندگی‌اش به اندازه
گوی کوچکی به هم فشرده شده و
سپس دوباره به یک جهان جدید
انبساط می‌یابد.

در دوران تورم، بطور دائم جهان‌های جدیدی که از جرقه‌های انرژی پا به عرصه وجود می‌گذارند، از کیهان در حال انبساط منشعب می‌شوند. بدین ترتیب گستره‌ی فرشمانندی از حباب‌های نشانگر جهان‌های گوناگون بوجود می‌آید.

چندجهانه

جهان‌های پرشمار متولد شده از هیج

اینکه از هیج، چیزی بوجود نمی‌آید، برهان رایجی برای خلاصه کردن پارادوکس آغاز جهان است. البته این حرف بدون توجه به اصل عدم قطعیت ورنر هایزنبرگ گفته می‌شود. این اصل بیان می‌کند که برخی از جفت خواص در جهان کوانتومی به طور مبهمی با یکدیگر مرتبط هستند: فقط می‌توان یکی از آنها را دقیقن مشخص کرد. به عنوان مثال، هر چه محققان، دقیق‌تر مکان ذره‌ای را اندازه‌گیری کنند، به همان نسبت به میزان کمتری درباره تکانه (جرم * سرعت) آن اطلاع خواهند یافت و برعکس.

همچنین نمی‌توان انرژی (مثلن انرژی یک ذره) و میزان تغییر آن را هم‌زمان پیدا کرد. ابهام آخری عواقب فوق العاده‌ای دارد. برای فاصله‌های زمانی بسیار کوتاه، انرژی بسیار نامعین و نامحدود است. این بدان معنی است که حتی در خلاء در کوتاه مدت، جرقه‌های کوچک انرژی رخ می‌دهند. معمولاً آنها دوباره در هیج ناپدید می‌شوند- مگر اینکه در طی مدت زمان کوتاه عمرشان کاری انجام دهند که دیگر غیر قابل بازگشت باشد، به عنوان مثال ایجاد یک جهان. در بعضی از مدل‌های مهبانگ جرقه‌های انرژی در فاز تورم باعث می‌شوند که در سوپ بنیادین تفاوت‌های کوچکی ظاهر شوند که بعداً سلول‌های آغازین انباشت ماده را تشکیل می‌دهند. کیهانشان‌ها احتمالاً از آنها ایجاد شده‌اند. اما اگر در مدت زمان بسیار کوتاه، عدم قطعیت انرژی چنان بزرگ شود که از طریق تورم به یک جهان جدید بزرگ منبسط شود، در آن صورت چه؟

ژان لوک لمرز از موسسه ماکس پلانک در رشته‌ی فیزیک گرانشی توضیح می‌دهد: «سپس ممکن است کیهان ما فقط یکی از حباب‌های بسیاری باشد، که در یک گستره‌ی فرشمانند از جهان‌ها (حباب‌ها) در هنگام فاز تورم تشکیل شده است». حباب‌ها احتمالاً هنگامی که یکدیگر را لمس می‌کنند، می‌ترکند و در این میان جهان‌های جدیدی تشکیل می‌دهند. نتیجه‌ی این وضع، باغ وحش کاملی از جهان‌های متفاوت خواهد بود. لیکن، مهبانگ اولیه و مبداء به همراه تورم‌اش اجتناب ناپذیر است.

مناطق مرزی - مهبانگ

آتش سوزی جهان

تصادم در فضای ده بُعدی

این مفهوم مانند گزارشی ترسناک از جبهه جنگ اول جهانی به نظر می‌رسد، اما فقط ترجمه‌ای برای **جهان اکپیروتیک** (Ekpyrotik) است که باید از برخورد دو جهان پیشین ناشی شده باشد.

این دو در یک فضای ده بُعدی با یکدیگر برخورد کرده‌اند. حتی فیزیک‌دان‌هایی که وجود این فضا را محاسبه کرده‌اند نمی‌توانند تصور کنند که این فضا چه شکلی دارد. اما در هر حال مدل **آتش سوزی جهان** نشان می‌دهد که با چه خلاقیتی خود را به سوال آفرینش نزدیک می‌کند.

آتش سوزی جهان یک سناریو از نظریه M و یکی از عمومیت بخشیدن‌ها به نظریه‌ی ریسمان‌ها است. این نظریه ابراز می‌کند که جهان اساساً از رشته‌های کوچک در حال ارتعاش، یا از ریسمان‌هایی تشکیل شده است. نظریه M تلاش می‌کند تا مکانیک کوانتومی و نظریه‌ی نسبیت را متحد کند (همانند اتم‌های فضا-زمان در **جهش بزرگ**). جهان ما خود را به عنوان «غشاء» (Brane) سه بُعدی، قطعه‌ای کمر بند مانند، که در داخل یک فضای ده بُعدی حرکت می‌کند، نشان می‌دهد. سه نیروی طبیعت که بر روی قشر و لایه‌ی ذرات ابتدایی اثر می‌گذارند - نیروی ضعیف، نیروی قوی و نیروی الکترومغناطیسی -، مانند رشته‌های تک بُعدی از یک انتهای‌شان به این غشاء چسبیده‌اند و نمی‌توانند آن را ترک کنند. چهارمین نیروی بنیادین در جهان استثنا است؛ نیروی گرانش که بعنوان یک رشته‌ی بسته بروز می‌کند. بدین طریق نیروی گرانش به **غشای جهان** ما وابسته و محدود نیست و می‌تواند آزادانه در فضای ده بُعدی حرکت کند.

اگر **جهان غشایی** دیگری از کنار **جهان غشایی** ما بگذرد، ما آن را نخواهیم دید، اما گرانش آن را حس خواهیم کرد. برجسته‌ترین منقذ مهبانگ، **بل استاینهارت** محاسبه کرد که اگر دو غشاء آن قدر به هم نزدیک شوند که با یکدیگر تصادم کنند، چه اتفاقی خواهد افتاد. پس از یک انفجار عظیم - **آتش سوزی جهان** - نتیجه‌اش آن طور که ما آن را از مدل مهبانگ می‌شناسیم، تقریباً مطابق تکامل کیهان ما است. اما فقط تقریباً. استاینهارت امیدوار است که تفاوت‌های ظریف را در یک تصویر دقیق‌تر از تابش پس‌زمینه‌ی کیهانی تشخیص دهد. این تفاوت‌های ظریف را ماموریت‌های فضایی جدید مانند ماهواره‌ی ژاپنی «LiteBIRD» می‌توانند عرضه کنند که برای پرتاب آن هنوز تاریخی معین نشده است.

ساختارهای مسطح، جهان‌های متفاوتی هستند که بزودی در یک فضای ده بُعدی با یک-دیگر تصادم خواهند کرد.

مرگ درخشان: در پایان، همه چیز
در جهان به صورت تابش یعنی به-
صورت ذرات نور، از هم متلاشی
می‌شود.

تکینگی غیرمترقبه

وقتی جهان در جهت بی‌نهایت رانده شود، جهان جدیدی متولد خواهد شد.

هر پایانی آستان آغاز جدیدی است. این عبارت می‌تواند سرلوحه‌ی این سناریوی آفرینش قرار گیرد. فرض بر این است که در واقع جهان ما با انبساطی همیشگی تا بی‌نهایت گسترش می‌یابد. با این حال، اگر بعد از چند میلیارد سال تمام ماده متشعشع و متلاشی شد، پدیده‌های عجیب و غریبی می‌توانند اتفاق بیفتند: از یک سو، زمان به‌طور ناگهانی از بین خواهد رفت، زیرا که در کل جهان تنها ذرات پر جنب و جوش تشعشع به‌صورت پراکنده وجود خواهند داشت. از آنجایی که این ذرات با سرعت نور حرکت می‌کنند، زمان برای آنها نمی‌گذرد، این نتیجه و پیامدی از نظریه نسبیت است. علاوه بر این در یک جهان بدون زمان، طول و درازایی وجود نخواهد داشت، چون که برای اندازه‌گیری مسافت باید آن را در مدت زمان مشخصی پیمود. اما مسیر پرواز ذرات تشعشع باقی می‌ماند و بدینوسیله جهت حرکت آنها نسبت به یکدیگر حفظ می‌شود. استفان گیلیان از Peri-meter-Institut در کانادا می‌گوید که «در چنین کیهانی تنها زوایا وجود خواهند داشت».

این امر عواقب جالب ریاضی دربر خواهد داشت. اولین کسی که توجه‌اش به این عواقب ریاضی جلب شد، سر راجر پنروز پروفیسور بازنشسته دانشگاه آکسفورد و مولف کتاب‌های غیرداستانی بود. نبود زمان و طول، یعنی نبود انبساط و این به معنای تکینگی است. نتیجه‌ی آن یک شروع جدید غیر مترقبه از طریق مهبانگ خواهد بود؛ مشروط بر آنکه هر ذره‌ی ابتدایی قبل‌به‌صورت تشعشع خالص از هم فروپاشد. اما برای مثال، برای فیزیک‌دان‌ها این یک معماست که چطور الکترون‌ها که بسیار پایدار به حساب می‌آیند، چنین متلاشی شوند. به همین خاطر وضعیت این سناریوی آفرینش هم مبهم است.

منبع: نشریه پی ام. سپتامبر 2017

پی‌نوشت‌ها:

1- گرانش کوانتومی حلقه

از ویکی‌پدیا، دانشنامه‌ی آزاد

گرانش کوانتومی حلقه (Loop quantum gravity (LQG)) نظریه‌ای است که می‌کوشد ویژگی‌های کوانتومی گرانش را توصیف نماید. همچنین نظریه‌ای در مورد فضای کوانتومی و زمان کوانتومی است، زیرا همانطور که توسط نسبیت عام کشف شده است، هندسه فضا زمان، تجلی گرانش است. گرانش کوانتومی حلقه تلاشی در جهت آمیختن و تطبیق مکانیک کوانتومی استاندارد و نسبیت عام استاندارد می‌باشد. خروجی اصلی این نظریه تصویری فیزیکی از فضا است که در آن فضا دانه دانه‌ای است. دانه‌ای بودن پیامد مستقیم کوانتایی‌سازی است. این دانه‌ای بودن مشابه دانه‌ای بودن فوتون‌ها در نظریه‌ی کوانتومی الکترومغناطیس و یا سطوح انرژی در اتم‌ها می‌باشد.

2- اصل عدم قطعیت

از ویکی‌پدیا، دانشنامه‌ی آزاد

اصل عدم قطعیت (Uncertainty principle) در مکانیک کوانتومی **راورنر هایزنبرگ**، فیزیکدان آلمانی، در سال ۱۹۲۶ فرمول‌بندی کرد.

در فیزیک کوانتومی، اصل عدم قطعیت هایزنبرگ، اظهار می‌دارد که جفت‌های مشخصی از خواص فیزیکی، مانند مکان و تکانه، نمی‌تواند با دقتی دلخواه معلوم گردد. به عبارت دیگر، افزایش دقت در کمیت یکی از آن خواص مترادف با کاهش دقت در کمیت خاصیت دیگر است. این عبارت به دو روش گوناگون تفسیر شده است. بنا بر دیدگاه هایزنبرگ، غیرممکن است که همزمان سرعت و مکان الکترون یا هر ذره دیگری با دقت یا قطعیت دلخواه معین شود. بنا بر دیدگاه گروه دوم، که افرادی چون **بالنتین** در آن قرار دارند، این عبارت راجع به محدودیت دانشمندان در اندازه‌گیری کمیت‌های خاصی از سیستم نیست، بلکه امری است راجع به طبیعت و ذات خود سیستم چنان‌که معادلات مکانیک کوانتومی شرح می‌دهد. در مکانیک کوانتوم، یک ذره به وسیله‌ی بسته‌ی موج شرح داده می‌شود. اگر اندازه‌گیری مکان ذره مد نظر باشد، طبق معادلات، ذره می‌تواند در هر مکانی که دامنه‌ی موج صفر نیست، وجود داشته باشد و این به معنی عدم قطعیت مکان ذره است. برای به دست آوردن مکان دقیق ذره، این بسته‌ی موج باید تا حد ممکن «فشرده» شود، که یعنی، ذره باید از تعداد زیادی موج سینوسی که به یکدیگر اضافه شده‌اند (بر روی هم جمع شده‌اند) ساخته شود. از طرف دیگر، تکانه ذره متناسب با طول موج یکی از این امواج سینوسی است، اما می‌تواند هر کدام از آن‌ها باشد. بنابراین هر چقدر که مکان ذره -به واسطه‌ی جمع شدن تعداد بیشتری موج- با دقت بیشتری اندازه‌گیری شود، تکانه با دقت کمتری معین می‌شود (و بر عکس). تنها ذره‌ای که مکان دقیق دارد، ذره متمرکز در یک نقطه است، که چنین موجی طول موج نامعین دارد (و بنا بر این تکانه نامعین دارد). از طرف دیگر تنها موجی که طول موج معین دارد، نوسان منظم تناوبی بی‌پایان در فضا است که هیچ مکان معینی ندارد. در نتیجه در مکانیک کوانتومی، حالتی نمی‌تواند وجود داشته باشد که ذره را با مکان و تکانه معین شرح دهد. اصل عدم قطعیت را می‌توان بر حسب عمل اندازه‌گیری، که شامل فروپاشی تابع موج نیز می‌شود، بازگویی کرد. هنگامی که مکان اندازه‌گیری می‌شود، تابع موج به یک برآمدگی با پهنای بسیار کم فروپاشیده می‌شود، و تکانه تابع موج کاملاً پخش می‌شود. تکانه ذره به مقداری متناسب با دقت اندازه‌گیری مکان، در عدم قطعیت باقی می‌ماند. مقداری باقی‌مانده عدم قطعیت نمی‌تواند از حدی که اصل عدم قطعیت مشخص کرده است، کمتر شود، و مهم نیست که فرآیند و تکنیک اندازه‌گیری چیست. این بدین معنی است که اصل عدم قطعیت مربوط به اثر مشاهده‌گر است. اصل عدم قطعیت کمترین مقدار ممکن در آشفتگی تکانه، در حین اندازه‌گیری مکان، و بر عکس، را معین می‌کند.

3- جهان اکیپروتیک (Ekpyrotic universe)

از ویکی‌پدیا، دانشنامه‌ی آزاد

جهان اکیپروتیک یا سناریوی اکیپروتیک یک مدل کیهان‌شناسی از سرآغاز و شکل جهان است. نام آن برگرفته از واژه رواقی ekpyrosis به معنی «آتش‌سوزی بزرگ» یا در کاربرد رواقی آن «تبدیل به آتش» است. مدل اکیپروتیک به عنوان مدل جایگزینی برای مدل استاندارد تورم کیهانی در ارتباط با نخستین لحظات جهان به شمار می‌رود. هر دو مدل بر پایه مدل لامبدا-سی‌دی‌ام مهبانگ بنا شده‌اند. مدل اکیپروتیک به عنوان پیش‌درآمد و قسمتی از برخی مدل‌های چرخه‌ای استفاده شده است. مدل اکیپروتیک حاصل کار نیل توروک و پل استاینهارت است و چنین فرض می‌کند که جهان از نقطه تکینگی به وجود نیامده است، بلکه بر اثر برخورد دو غشاء پدید آمده است. با پذیرفتن این فرضیه برخورد غشاها می‌توانیم از تکینگی آغازین اجتناب کنیم و در عین حال نوسانات چگالی تقریباً مستقل از مقیاس جهان و دیگر ویژگی‌های جهان مشاهده شده را حفظ می‌کند. مشاهداتی که مدل اکیپروتیک را از مدل تورمی متمایز می‌کند، شامل قطبش تابش زمینه کیهانی و توزیع بسامد طیف موج گرانشی می‌شوند.

4- نظریه ام- M

از ویکی‌پدیا، دانشنامه آزاد
این مقاله درباره جنبه‌های تخصصی‌تر نظریه «ام» است. برای توضیحات کلی‌تر، نظریه ریسمان را ببینید.
بعد از انقلاب دوم ابرریسمان نظریه «ام» به عنوان نامزد اصلی نظریه (هنوز ناشناخته) همه چیز شناخته شده است. این نظریه میان مدل استاندارد و نظریه گرانش نسبیت عام آشتی ایجاد می‌کند. (که البته این بخش از نقاط مختلف مورد توافق و اختلاف است) هیچ‌کس هنوز نظریه «ام» را کامل نمی‌فهمد و نتوانسته است فرمول‌بندی کند. نظریه «ام»، در صورتی که با موفقیت فرمول‌بندی شود، پنج نظریه موجود ابرریسمان و همچنین نظریه کلاسیک ۱۱ بعدی ابرگرانش را در یک فرمول کلی ادغام خواهد کرد. چنان که در مقاله نظریه ریسمان مطرح شده است پنج نظریه ریسمان با مشتی روابط همزادی و حدها به هم مربوط‌اند.

5- غشا (کیهان‌شناسی) (membrane)

از ویکی‌پدیا، دانشنامه آزاد
در نظریه ریسمان و نظریه‌های مرتبط مانند نظریه‌های ابرگرانش، غشاء شیئی فیزیکی است که مفهوم ذره نقطه‌ای را به ابعاد بالاتر تعمیم می‌دهد. مثلاً یک ذره نقطه‌ای در واقع غشایی با بعد صفر است در حالی که یک ریسمان را می‌توان غشایی با بعد یک دانست. می‌توان غشاهایی با ابعاد بالاتر هم تصور نمود. در بعد p به آنها غشای- p می‌گویند. معادل واژه غشاء در زبان انگلیسی brane است که برگرفته از membrane به معنی پوسته یا غشاء است.

6- مه‌زُمب

از ویکی‌پدیا، دانشنامه آزاد
تنوری مه‌زُمب. فشردگی، بازگشت و در خود فروریختن
در کیهان‌شناسی مه‌زُمب (Big Crunch) یک سناریوی ممکن برای سرنوشت فرجامین جهان است، که در آن گسترش فضا عاقبت معکوس شده و فشردگی آن آغاز می‌شود، تا سرانجام در خود فرومی‌ریزد (بازمی‌رمبد: recollapse) و به تکینگی گرانشی می‌انجامد. در این شرایط فاکتور مقیاس کیهانی به صفر می‌رسد یا منجر به بازسازی جهان با مهبانگ دیگر می‌شود.